
FUCHS
Q
171
F8
UC-NRLF
B 4 512 000
YD 05151



Über das

Verhältniss der exacten Naturwissenschaft zur Praxis.

Rede

bei Antritt des Rectorates

gehalten in der Aula

der

Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität

am 15. October 1899

von

Immanuel Lazarus Fuchs.

Berlin 1899.

Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Hochansehnliche Versammlung!
Geehrte Collegen!
Liebe Commilitonen!

In einer Zeit, in welcher die Anwendungen der Naturwissenschaften auf alle Zweige menschlichen Schaffens einen so gewaltigen Umfang angenommen haben, dass das allgemeine Interesse durch die Errungenschaften auf den Gebieten der Technik vollständig absorbirt wird, und die Schöpferin dieser Erfolge, die theoretische Wissenschaft, ganz in den Hintergrund des öffentlichen Interesses gedrängt erscheint, ist es wohl nicht überflüssig, sich des Verhältnisses bewusst zu werden, in welchem die reine Wissenschaft, die Theorie, zu ihren Anwendungen, der Praxis, steht, sich den Einfluss vor Augen zu führen, welchen Theorie und Praxis gegenseitig auf einander ausgeübt haben.

Es würde selbstverständlich an dieser Stelle unmöglich sein, alle Zweige der Naturwissenschaften in den Kreis unserer Betrachtung zu ziehen. Wenn ich mir aber die Beschränkung auferlege, nur die sogenannten exacten Naturwissenschaften ins Auge zu fassen, so dürfte gewiss der grössere Theil meiner Ausführungen für die übrigen Naturwissenschaften bestehen bleiben. Ich habe mir aber die exacten Naturwissenschaften auserwählt, nicht nur, weil sie meinem speciellen Forschungs- und Lehrgebiet, der Mathematik, am nächsten stehen, sondern vielmehr

weil die Mathematik den genannten Zweigen der Naturwissenschaften geradezu zugezählt werden muss.

Um dieses gerechtfertigt zu finden, ist es nicht nöthig, hier in eine tiefere Speculation einzugehen. Es liegt auf der Hand, dass die Objecte der Naturbetrachtung, soweit sie durch Maass und Gewicht in Raum und Zeit erfasst werden können, ihren adäquaten Ausdruck in den geometrischen und analytischen mathematischen Formen finden. Aber auch umgekehrt haben die mathematischen Gebilde ihren entsprechenden Ausdruck in den Naturerscheinungen, wenn auch diese Naturerscheinungen erst später, lange nachdem die mathematischen Gebilde gewissermaassen divinatorisch erzeugt waren, uns bekannt werden. Es mögen zur Erläuterung einige Beispiele genügen.

Der Mathematiker construirt die Fläche, welche unter dem Namen des Ellipsoids bekannt ist, aus rein geometrischen Anschauungen. Eine specielle Form dieses räumlichen Gebildes, das Sphäroid, welches durch Umdrehung einer Ellipse um ihre kleine Axe entsteht, erweist sich in der Natur als die uns alle gar sehr interessirende Form des von uns bewohnten Himmelskörpers.

Viele Jahrhunderte, ehe Keppler gezeigt, dass die Planeten, also auch unsere Erde, sich in einer Ellipse um die Sonne bewegen, waren die Mathematiker von rein theoretischen Gesichtspunkten zur Betrachtung dieser krummen Linie und zur Erforschung ihrer Eigenschaften gelangt.

Die Eigenschaft derselben Linie, dass die von den beiden Brennpunkten nach einem Punkte der Linie gezogenen Strahlen mit der Tangente daselbst gleiche Winkel bilden, findet in der Optik und Akustik ihren Ausdruck dahin, dass die von einem der Brennpunkte eines elliptisch gebauten Gewölbes ausgehenden Licht- oder Schallwellen nach ihrem Auftreffen auf die Wand sich in dem anderen Brennpunkte concentriren.

Aber auch in der Methode der Forschung sind Mathematik und exacte Naturforschung nicht wesentlich verschieden. Diese Behauptung wird paradox nur denjenigen erscheinen, welchen nur die fertigen Formen und Beweismethoden der Mathematik bekannt sind, nicht aber den Forschern auf diesen Gebieten. Wie der Naturforscher Naturerscheinungen gegenübersteht, welche zuverlässig nach gewissen Gesetzen verlaufen, und bestrebt ist, diese Gesetze durch Beobachtung, Vergleichung mit bekannten Naturerscheinungen und Versuchen mit Hülfe entweder schon vorhandener oder erst zu construirender Werkzeuge zu erforschen, gerade so steht der mathematische Forscher gewissen Gebilden gegenüber, welche ebenso zuverlässig gewissen Gesetzen unterliegen, und ebenso muss derselbe durch Vergleichung mit anderweitig bekannten Thatsachen der Mathematik und durch Anwendung bereits vorhandener oder erst herzustellender Hülfsmittel die Geheimnisse dieser Gebilde zu entschleiern suchen.

Ich wünschte wohl hier zu zeigen, dass diese Uebereinstimmung der Forschungsmethoden mehr als eine bloss oberflächliche sei, wenn nicht eine solche Auseinandersetzung den Rahmen dieses Vortrages überschritte.

In unserem Zeitalter, in welchem die Anwendung der Dampfkraft und der Elektricität so bewundernswerthe Veränderungen in der Lebensführung des menschlichen Geschlechtes herbeigeführt hat, in welchem durch die Erleichterung des Verkehrs der Menschen unter einander der Austausch nicht nur der materiellen, sondern auch der geistigen Güter in so gewaltiger Weise gefördert, durch die Einführung von Maschinen die Production in allen gewerblichen Unternehmungen so zu sagen ins Unermessliche gesteigert und dafür die Arbeit menschlicher Hand in hohem Maasse bewerthet worden ist, in unserem Zeitalter, sage ich, ist es besonders wichtig, sich gegenwärtig zu halten, dass schon in allen Zeit-

altern, von welchen uns die Geschichte berichtet, Fortschritte gemacht worden sind, welche für jede dieser Zeitepochen von mächtigen Einwirkungen auf das menschliche Leben gewesen sind.

Da das Neue sich stets auf Grund des bereits Vorhandenen aufbaut, musste natürlich die Geschwindigkeit des Fortschrittes in dem Maasse sich steigern, wie ein Zins auf Zins angelegtes Capital sich zu einem immer grösseren und grösseren Capital aufspeichert. Fragen wir uns, aus welcher Quelle die immer neuen Machtmittel zur Bekämpfung und Ausnutzung der Naturkräfte dem Menschen zufliessen, so lehrt uns die Geschichte, dass diese Quelle nur selten die auf ein bestimmtes Ziel gerichtete Arbeit des Menschen gewesen ist. Denn der Zusammenhang zwischen den einzelnen Erscheinungen in der Natur ist meistentheils sehr verborgen, und was in der Natur dicht neben einander hergeht, tritt dem Menschen ebenso wie dasjenige, was weit auseinander zu liegen scheint, durch lange Jahrhunderte als indifferent in Bezug auf einander entgegen. Wer hätte z. B. noch im Anfange unseres Jahrhunderts zu sagen vermocht, dass Wärme, Licht und Elektricität ein und derselben Quelle entstammen?

Das wahre Bindeglied zwischen den einzelnen Errungenschaften der Menschheit ist die Wissenschaft, diejenige Bethätigung des menschlichen Geistes, welche in das Wesen der Dinge einzudringen bestrebt ist, allein um der Erkenntniss willen, ohne auf den Nutzen oder auf die Lösung eines praktischen Problems zu zielen.

Es zeugt von einer vollständigen Verkennung des Wesens der Wissenschaft, wenn einer meint, dass ein auf Grund von Erfahrungsthatsachen erwachsenes und auf einen bestimmten Zweck gerichtetes Problem gelöst werden könne, wenn ihn nicht das Glück dahin begünstigt, dass er in der Wissenschaft die Hülfsmittel zur Lösung vorbereitet findet. Denn in der Forschung

nach wissenschaftlichen Wahrheiten muss der menschliche Geist sich von dem Besonderen loslösen und sich zu freiem Fluge nach allen Richtungen entfalten. Er darf nicht bei einer Vorstellung stehen bleiben, er muss vielmehr die mannigfaltigsten Gebilde durchmustern und in scheinbar indifferenten Dingen das Gemeinsame zu erfassen streben. Was schwer lösbar oder unlösbar in besonderer Sphäre erscheint, wird oft in unerwarteter Weise von einer scheinbar fern von ihr liegenden Sphäre belichtet, und die Gesetze der einen werden durch die der anderen enthüllt. Die Geschichte der Wissenschaft lehrt, dass oft Jahrhunderte andauernde Arbeit des frei thätigen menschlichen Geistes, welche ohne einen anderen Zweck, als den der Aufdeckung wissenschaftlicher Wahrheiten unternommen war, in unerwarteter Weise zur Auffindung weltbewegender Naturgesetze geführt hat.

Es sei mir gestattet, an einem Beispiele die Art, wie die Wissenschaft arbeitet, hervorzuheben.

Die ersten Anfänge der Geometrie sowie alle Anfänge naturwissenschaftlicher Bethätigung haben ihren Ursprung in den Anforderungen des täglichen Lebens. Allmählich löste sich aber die Geometrie von dem beschränkten Standpunkte des Suchens nach dem unmittelbar Nützlichen los, es entstand die eigentlich wissenschaftliche Geometrie. Die vollendetste Ausbildung fand dieselbe in den alten Zeiten bei den Griechen, demjenigen Volke, bei welchem die Keime fast aller unserer Wissenschaften zu suchen sind. Man braucht, was die Grundlagen der Geometrie anbetrifft, nur den Namen Euklid zu nennen, dessen Werk noch heutzutage ein mustergiltiges Lehrbuch dieser Wissenschaft bildet. Zu den schönsten Errungenschaften der griechischen Mathematiker auf dem Gebiete der Geometrie gehört die Theorie der drei krummen Linien Ellipse, Hyperbel, Parabel, welche unter dem Namen Kegelschnitte bekannt sind. In späteren Jahrhunderten haben andere

Nationen dieselbe Theorie vertieft und sie auf andere Gebilde ausgedehnt.

Wenden wir für einen Augenblick unser Augenmerk von diesem scheinbar so begrenzten Gebiete menschlichen Forschens weg und auf nichts Geringeres als auf das Weltall hin. Jedem Gebildeten ist es bekannt, welche Anstrengungen die hervorragendsten Philosophen und Naturforscher durch Jahrhunderte hindurch gemacht, um das Gesetz der Bewegung unseres Planetensystems zu erforschen, wie viele Theorieen aufeinander gehäuft worden waren, welche schon durch ihre Complication den Stempel des Unnatürlichen an sich trugen, und in der That auch von den Erscheinungen der Natur nicht vollkommen Rechenschaft gaben; bis es Keppler nach einer durch zwanzig Jahre fortgesetzten Bearbeitung des Tycho de Braheschen Beobachtungsmaterials gelang, die Bewegung der Planeten durch die drei Gesetze, welche wir mit dem Namen der Kepplerschen bezeichnen, in der natürlichsten und in vollkommen erschöpfender Weise zu erklären. Ich muss diese Gesetze hier wiederholen, um den Zusammenhang mit dem Vorhergehenden hervortreten zu lassen:

I. Die Planeten bewegen sich in Ellipsen, in deren einem Brennpunkte die Sonne sich befindet.

II. Die von diesem Brennpunkte nach dem Planeten führenden Strahlen beschreiben in gleichen Zeiten gleiche Flächenräume.

III. Die Quadrate der Umlaufszeiten verhalten sich wie die Cuben der grossen Axen ihrer Bahnen.

Treten wir jetzt in eine dritte Sphäre der Naturforschung ein, welche wieder scheinbar von den beiden vorhergehenden abseits liegt. Newton war, wie man erzählt, durch das Fallen eines Apfels von einem Baume zum Nachdenken über die Ursache des Falles angeregt worden, und wurde zu dem Resultate geführt,

dass eine Einwirkung der Erdmasse auf die Masse des fallenden Körpers die wahre Ursache sei, ein Resultat, aus welchem sich die Fallgesetze in ungezwungener Weise ergeben.

Man stand also zu dieser Zeit drei Thatsachen gegenüber, wovon jede einer besonderen wissenschaftlichen Sphäre angehörte: die Natur und die Eigenschaften der Kegelschnitte, die Kepplerschen Gesetze und die Massenanziehung, welche der Erdkörper auf die Körper an seiner Oberfläche ausübt. Aus diesen Thatsachen folgerte Newton auf analytischem Wege, dass die Planeten von der Sonne mit einer Kraft angezogen werden, welche direct proportional ihren Massen und umgekehrt proportional dem Quadrate ihrer Entfernungen ist; sowie, dass für alle Planeten das Grundmaass der Anziehung dasselbe ist.

Dieses Gesetz, welches sich dahin zusammenfassen lässt, dass die Kraft, mit welcher zwei wägbare Massen auf einander wirken, für alle wägbaren Massen derselben Natur ist und dem Producte der Massen direct, dem Quadrate ihrer Entfernung umgekehrt proportional wirkt, beherrscht also die Bewegungen der Himmelskörper, soweit sie den Raum erfüllen, ebenso wie die Bewegung eines an der Erdoberfläche fallenden Steines.

Diesem Gesetze hatte länger als ein Jahrhundert nach seiner Entdeckung die Beschränkung auf die wägbaren Massen angehaftet, als es Coulomb mit Hülfe der Torsionswage gelang, die Kraftwirkung elektrischer und magnetischer Massen einer Messung zu unterwerfen und festzustellen, dass zwei elektrische oder zwei magnetische Massen sich mit einer Kraft anziehen oder abstossen, welche dem Producte der Massen direct, dem Quadrate ihrer Entfernung umgekehrt proportional ist. Jetzt gelangte die Wissenschaft durch Induction zu dem Schlusse: Das Newtonsche Gesetz gilt nicht nur für die wägbare Materie, es ist vielmehr

ein allgemeines Naturgesetz für alle Wirkungen von Massen auf einander, welcher Natur diese Massen auch sein mögen.

Diesem Bilde von der Arbeit der Wissenschaft liessen sich, wenn die Zeit es gestattete, zahlreiche andere anreihen. Welche schöne Aufgabe wäre es beispielsweise, die Entwickelung der Lehre der galvanischen Ströme zu verfolgen, von den ersten Versuchen Galvanis an einem bei der Berührung mit verschiedenen Metallen zuckenden Froschschenkel bis auf unsere Zeit, wo die elektrischen Drähte sich fast über die ganze Erde hinziehen! Wir würden auch hier sehen, wie Männer der Wissenschaft, allein von dem Streben nach der Erforschung der Naturgesetze getrieben, Versuche mit unablässigem Eifer verfolgen, welche weit von einer unmittelbaren praktischen Anwendbarkeit entfernt sind (wie es ja auch die Versuche von Galvani und Volta waren), oder wo sie wie Gauss und Weber bei der Verwendung der Entdeckung von Oersted auf die Anlage eines Telegraphen auf praktisch verwerthbare Resultate stiessen, welche ihnen reichen materiellen Gewinn und Popularität versprachen, solche Verwerthung anderen überlassen, um unbehindert ihre Forschungen — in welchen sie nicht von anderen vertreten werden zu können hoffen durften — zum Segen der Menschheit fortzusetzen.

Die Anfänge der exacten Naturwissenschaften, sagten wir vorhin, haben ihren Ursprung in den Anforderungen, welche das praktische Leben an den Menschen stellte. So berichtet uns beispielsweise Herodot, dass die Aegypter zur Erfindung der Geometrie durch die Nothwendigkeit geführt wurden, die in Folge der Nilüberschwemmungen verloren gegangenen Landesbegrenzungen wieder herzustellen.

Da Messen und Zählen untrennbar mit einander verbunden sind, so haben wir mit Wahrscheinlichkeit auch die Wiege der Arithmetik in Aegypten aufzusuchen.

Um eine Eintheilung der periodisch wiederkehrenden Jahres- und Tageszeiten zu finden, und insbesondere auch um sich bei ihren Fahrten auf dem Meere orientiren zu können, wurden schon in uralter Zeit die Menschen zur Beobachtung des Himmels hingeleitet. Wenigstens entstanden aus solchen praktischen Bedürfnissen die ersten Anfänge der wissenschaftlichen Astronomie bei den Chaldäern.

Bekannt ist, dass Archimedes durch den Auftrag des Königs Hiero von Syrakus, den etwaigen Silbergehalt seiner Krone festzustellen, zur Auffindung eines Grundgesetzes der Hydrostatik geführt wurde, welches seinen Namen trägt.

Aber auch, nachdem die einzelnen Disciplinen der Naturwissenschaften ausgebildet waren, hat das praktische Leben zu allen Zeiten einen Impuls zu wissenschaftlicher Forschung gegeben. Dieses geschah nach zwei Richtungen hin. Einerseits wurden Praktiker, welche die ihnen durch die Wissenschaft überlieferten Kenntnisse als Mittel benutzten, um die Naturkräfte für die Zwecke des Menschengeschlechts zu unterjochen, oder Einrichtungen zu schaffen, welche das Wohlbefinden desselben zu erhöhen geeignet sind, zu Einzelproblemen geführt, welche die Wissenschaft aufnahm, um ihre Macht an der Lösung dieser Probleme zu prüfen, oder — wenn die Errungenschaften der Wissenschaft hierzu nicht ausreichten — in diesen Problemen einen Anstoss zu weiterem Forschen zu finden. Andererseits hat es geniale Männer gegeben, welche bei Gelegenheit ihrer praktischen Aufgaben intuitiv Gesetze erschauten, deren Prüfung alsdann zur weiteren Ausdehnung der Wissenschaft geführt.

Es haben sich daher jederzeit die Praxis und die Wissenschaft gegenseitig in die Hände gearbeitet, und wenn die Wissenschaft aus dem reichen Schatze ihrer Errungenschaften der Praxis die Mittel zur Bewältigung der von der Natur ihr entgegen-

gesetzten Schwierigkeiten bieten muss, so verdankt andererseits die Wissenschaft der Praxis so viele segensreiche Impulse.

Es kann daher nur zum Schaden des Fortschrittes der Menschheit gereichen, wenn künstlich ein feindlicher Gegensatz zwischen der reinen Wissenschaft und der Technik construirt wird.

Wohl haben beide verschiedene Aufgaben. Die Aufgaben des Technikers sind stets auf bestimmte praktische Zwecke gerichtet. Zu ihrer Lösung ist unstreitig häufig eine grosse geistige Anstrengung und hohe geistige Begabung erforderlich; aber der Techniker muss diese Aufgaben mit den Hülfsmitteln der Wissenschaft in kurzer Zeit lösen können oder auf ihre Lösung verzichten; es sei denn, dass er, das Ziel, welches ihm die Praxis gesteckt, bei Seite lassend zum wissenschaftlichen Forscher. wird. Denn die Geschichte der Wissenschaft lehrt — und wir haben diess bereits hervorgehoben — dass concrete Aufgaben häufig erst in weit auseinander liegenden Zeiträumen, nachdem dem äusseren Anscheine nach weit ab von diesen Aufgaben liegende Gebiete cultivirt worden sind, ihre Lösung gefunden haben.

Sollte es also dahin kommen, dass wir, hingerissen von der gerechtfertigten Bewunderung der Erfolge der Technik, uneingedenk des Antheils der reinen Wissenschaft an diesen Erfolgen, die letztere auf Kosten des praktisch Nützlichen vernachlässigten, so würden wir nicht nur des schönsten unserer Güter, des Verständnisses des Waltens der Natur und Geisteskräfte, für welches kein noch so hoher Grad leiblichen Behagens uns zu entschädigen vermag, verlustig gehen, sondern auch gerade der Technik die Wurzel weiteren Fortschrittes in kommenden Zeiten unterbinden. Denn wer vermag es zu sagen, ob nicht in kommenden Zeiten neue Fortschritte der Wissenschaft der Technik Mittel zuführen werden zu Errungenschaften, welche diejenigen, auf welche wir so stolz sind, weit in den Schatten stellen werden?

Ich kann es mir nicht versagen, hier die schönen Worte wörtlich wiederzugeben, welche Helmholtz im Jahre 1862 in einer akademischen Rede, betitelt: „Über das Verhältniss der Naturwissenschaften zur Gesammtheit der Wissenschaft“, über die Aufgabe wissenschaftlicher Forschung gesprochen:

„Wer bei der Verfolgung der Wissenschaften nach „unmittelbarem praktischen Nutzen jagt, kann ziemlich „sicher sein, dass er vergebens jagen wird. Vollständige „Kenntniss und vollständiges Verständniss des Waltens der „Natur und Geisteskräfte ist es allein, was die Wissen„schaft erstreben kann. Der einzelne Forscher muss sich „belohnt sehen durch die Freude an neuen Entdeckungen, „als neuen Siegen des Gedankens über den widerstrebenden „Stoff, durch die ästhetische Schönheit, welche ein wohl„geordnetes Gebiet von Kenntnissen gewährt, in welchem „geistiger Zusammenhang zwischen allen einzelnen Theilen „stattfindet, eines aus dem anderen sich entwickelt und „alles die Spuren der Herrschaft des Geistes zeigt; er „muss sich belohnt sehen durch das Bewusstsein, auch „seinerseits zu dem wachsenden Capital des Wissens „beigetragen zu haben, auf welchem die Herrschaft der „Menschheit über die dem Geiste feindlichen Kräfte „beruht.“

Soweit Helmholtz.

Aber glücklicher Weise ist jede Befürchtung vor der Niederdrückung der Wissenschaft durch eine noch so grosse Macht der Verhältnisse grundlos. Der Antrieb unseres Geistes zur Erforschung der Wahrheit ist eine ewige unvergängliche Macht, welche von keiner anderen Macht überwunden werden kann.

Diese Macht ist es auch, welche die treueste Stütze unserer Universitäten stets gewesen ist und für immer bleiben wird. Es

ist stets das stolze Bestreben unserer Universitäten gewesen, die Wissenschaft an sich und nur um ihretwillen zu lehren. Mit Recht fordern wohl der Staat und die Gesellschaft, dass die Universität ihre Beamten und Aerzte ausbilde. Wir lösen jedoch auch diese Aufgabe am besten dadurch, dass wir als höchstes Ziel unserer akademischen Erziehung die Pflege der Wissenschaft als solcher, die Erweckung der Liebe zu derselben, die Heranziehung und Anspornung der Jugend zur Mitarbeit an den idealen Aufgaben der Menschheit ansehen. Wir meinen, dass in diese Bahnen geleitete junge Männer auch die besten in ihrem Berufe werden müssen. Systematische Abrichtung zu einem bestimmten Berufe wird nur handwerksmässig arbeitende Kräfte erzielen, welchen bei den Aufgaben des wirklichen Lebens diejenige geistige Elasticität abgeht, die allgemein wissenschaftlich geschulten Männern eigen ist. Diese Erziehungsmethode unserer Universitäten hatte allezeit nicht nur reiche Früchte der wissenschaftlichen Forschung eingetragen, sondern auch dem deutschen Vaterlande ein von hohen Idealen getragenes und in seinem Berufe tüchtiges Beamtenthum gegeben, um welches uns andere Nationen beneideten.





